

黑木相思幼林在肇庆市的适宜种植海拔研究*

裴浙玲¹ 张泽彬¹ 曾炳山² 李钦坚³ 邝海坚¹

(1. 广东省西江林场, 广东 肇庆 526020; 2. 中国林业科学研究院 热带林业研究所, 广东 广州 510520;

3. 河源市钦坚林业发展有限公司, 广东 河源 517000)

摘要 为了确定黑木相思 *Acacia melanoxylon* 在肇庆市等粤西地区的适宜种植海拔, 文章以黑木相思无性系 SR17 为研究材料, 在广东省西江林场开展 110~410 m 海拔种植对比试验。在黑木相思 0.5 年生和 1 年生时测定了树高、地径、冠幅等生长指标, 结果表明海拔 350~360 和 400~410 m 两个处理的树高、地径和冠幅生长达到最大, 说明黑木相思在肇庆地区最适宜的种植海拔为 350~410 m。

关键词 黑木相思; 海拔; 栽培

中图分类号: S722.7 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2022) 06-0183-05

Preliminary Study on the Suitable Altitude of *Acacia melanoxylon* Plantation in Zhaoqing

PEI Zheling¹ ZHANG Zebin¹ ZENG Bingshan² LI Qinjian³
KUANG Haijian¹

(1. Xijiang Forest Farm of Guangdong Province, Zhaoqing, Guangdong 526020, China; 2. Research Institute of Tropical Forestry Chinese Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 3. Heyuan Qinqian Forestry Development Co., Ltd, Heyuan, Guangdong 517000, China)

Abstract In order to determine the suitable planting altitude of *Acacia melanoxylon* in Zhaoqing and other western Guangdong areas, the study took *A. melanoxylon* clone SR17 as the research material and carried out a comparative planting experiment at different altitudes in Xijiang Forest Farm of Guangdong province. The growth and quality indexes of tree height, ground diameter and crown width were measured twice at 0.5 and 1 year old. The results showed that the growth of tree height, ground diameter and crown width reached the maximum at 350-360 m and 400-410 m above sea level, indicating that the most suitable planting altitude of *A. melanoxylon* in Zhaoqing was 350-410 m. West Guangdong is the main cultivation area of *A. melanoxylon*, and *A. melanoxylon* requires relatively strict altitude and temperature. Therefore, the determination of its suitable planting altitude has important guiding significance for the efficient cultivation and promotion of *A. melanoxylon*.

Key words *Acacia melanoxylon*; altitude; cultivation techniques

海拔梯度变化作为一种自然地理变化, 包含多种环境因子变化, 如温度、湿度、光照等环境因子, 这些环境因子的差异造成了森林土壤理化性质、植被分布以及植被密度不同^[1]。由于温度和水分等环境因子与植物养分有效性和生理生态

特征均明显相关, 因此不同植物对环境因子变化的差异性响应会导致群落组成发生相应的改变, 影响植物种群的空间分布格局, 从而影响物种多样性^[2]。因此研究黑木相思幼林的适宜种植海拔对揭示气候变化下黑木相思的生长动态具有重要

* 基金项目: 中央财政林业科技推广示范项目, 编号为 [2020]GDTK-06。

第一作者: 裴浙玲 (1969—), 女, 工程师, 主要从事森林培育等研究, E-mail: 645777287@qq.com。

通信作者: 曾炳山 (1967—), 男, 研究员, 主要从事林木组培快繁与林木基因工程研究, E-mail: b.s.zeng@163.net。

作用。

黑木相思 *Acacia melanoxylon* 是含羞草科金合欢属的高大乔木, 原产澳大利亚, 其自然分布从澳大利亚东部昆士兰经南澳往南伸延至塔斯马尼亚, 垂直分布从海平面附近至海拔 1 500 m, 广泛生长于酸性、中酸性土壤的低谷、丘陵^[3-4]、山坡甚至裸露山顶^[5]。鉴于其良好的木材材质^[6-8], 在 19 世纪即被引进至新西兰、南非、印度、智利等国家种植。黑木相思的研究集中于坡度、坡位对黑木相思人工林土壤养分空间分布的影响^[9]; 坡位对黑木相思人工林生长量的影响^[10]; 黑木相思木材化学组分对木材株内颜色变异的影响^[11]; 黑木相思半同胞子代家系苗期性状的遗传分析^[12]。有研究表明对黑木相思人工林进行施肥, 可有效促进幼林冠幅和大分枝数增长^[13], 也有研究表明不同的施肥方法和施肥量, 对黑木相思生长的影响有差异^[7,14]。但海拔梯度对黑木相思生长的影响却少有报道, 因此研究黑木相思的适宜种植海拔对培育黑木相思具有重要作用。

黑木相思木材不仅是高档家具等的优质贴面板原料, 而且生长速度快, 也是生态友好型树种, 因此华南地区近年来在大力推广发展黑木相思^[4,15-16]。从黑木相思分布的地理位置, 以及对海洋的影响、气候条件, 降温幅度等因素的分析, 表明黑木相思在我国华南地区栽培对种植海拔的要求比较严格, 每个纬度范围均有不同的适宜种植海拔范围。鉴于此, 深入探究与分析黑木相思在粤西地区适宜种植海拔显得尤为必要, 为培育黑木相思人工林, 提升黑木相思人工林的生产力提供参考。

1 材料与方法

1.1 造林地概况

造林地位于广东省西江林场耙碌坑工区, 林地地理坐标为东经 112°19'24"~112°19'43", 北纬 23°07'21"~23°07'53", 海拔在 100~420 m 之间, 大部分林地海拔在 150~350 m 之间, 林地坡度较缓。土壤类型为山地赤红壤, 成土母岩为花岗岩, 土层深厚, 土壤肥沃; 腐殖质层厚度中~薄等级, pH 值 4.0~4.35, 有机质约 2.5%。气候区属南亚热带季风气候区, 年平均气温 22℃, 年平均积温为 8 041℃, 无霜期 340 天, 年平均降雨量为 1 500 mm 以上, 光照充足, 雨量充沛。造林规模 33.3 hm², 栽植时间为 2021 年 5 月。

1.2 造林主要技术要点

1.2.1 林地清理 采用免炼山的带状清理方式, 即沿山体等高线布置行带, 割带宽度 1.2~1.5 m。造林密度为 1 110 株/hm², 即株行距 3.0 m×3.0 m。

1.2.2 整地挖穴与施基肥 明穴方式整地, 植穴规格为 50 cm×40 cm×35 cm。基肥采用氮磷钾总含量≥30% (其中: 磷含量≥18%、硼含量≥0.1%) 的林木专用复合肥, 施放 0.6 kg/穴。

1.2.3 苗木选择 种植时间为 2021 年 5 月, 采用中国林业科学研究院热带林业研究所选育的黑木相思优良无性系组培育苗 SR17。规格为 0.5~1.0 年生营养袋苗, 苗高 0.5~0.7 m、地径>0.4 cm, 粗壮、顶芽饱满完好、健壮且具有根瘤的 I 级苗。

1.2.4 栽植 在一至二次透雨后植穴泥土充分湿透时进行栽植, 栽植后 2~3 周后巡查抽检成活率和补植, 确保成活率不低于 95%。

1.2.5 抚育追肥 林分于种植当年 7 月下旬—8 月底进行 1 次抚育追肥, 第二年 4—5 月份再抚育追肥 1 次, 措施有割灌除草、扩穴松土、培土、追肥。追肥采用氮磷钾总含量≥40% (其中: 氮含量≥15%、硼含量≥0.1%) 的林木专用追肥, 造林当年追肥量为 0.25 kg/株, 第二年追肥量为 0.5 kg/株。

1.3 试验设计

1.3.1 海拔的选择 沿山脊线选择 6 个海拔进行试验, 即海拔 110~120 m、200~210 m、250~260 m、300~310 m、350~360 m、400~410 m, 每个海拔的坡位均为中上坡, 坡向基本一致, 岩石一致、坡度接近、土层厚度接近。

1.3.2 土样的采集和测定 造林前, 每个造林地根据面积大小选择有代表性的 5 个点采集土样, 每个点采集分为 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 3 层单独采样, 测定土壤养分指标有: 速效氮磷钾、总氮磷钾、有机质含量、pH 值等指标^[17-18]。测定结果如表 1。

1.3.3 试验重复 每个海拔观测 90 株, 共观测 540 株。

1.3.4 观测指标 每半年定株观测树高、地径和冠幅大小, 分别是 2021 年 12 月, 2022 年 6 月。冠幅测定方法为迎山体坡面树的左右横向和上下纵向测量。

1.4 统计分析

利用 Excel 2016 和 SPSS 22 对测定结果进行

数据处理和 ANOVA 单因素方差分析，利用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 0.5 年生黑木相思的生长调查结果

由表 2 可以看出，0.5 年生黑木相思植株的树高随海拔的增加逐渐增加，A5、A6 处理植株的树高显著高于其他海拔，在海拔 400~410 m 的树高生

长最大。植株的地径在 A1~A5 范围内随海拔的增加而增加，A5、A6 处理显著高于 A1、A2、A3、A4 处理，在海拔 350~360 m 的地径生长最大。植株的冠幅 1 和冠幅 2 在 A1~A5 范围内也随海拔的增加而增加，A5 处理地径显著高于其他处理，A2、A3 显著低于 A4~A6，显著高于 A1 处理。

海拔 350~360 m 与海拔 400~410 m 的树高和地径生长接近，说明 0.5 年生黑木相思在粤西地区

表 1 不同海拔处理的土壤养分测定结果
Table 1 Results of soil nutrient measurements for different elevation treatments

海拔 /m Altitude	土层厚度 /cm Soil layer	pH	有机质 / (g/kg)	全氮 / (g/ kg) TN	全磷 / (g/ kg) TP	全钾 / (g/kg) TK	碱解氮 / (g/kg) Alkeline-N	有效磷 / (g/kg) Available P	速效钾 / (g/kg) Available K	有效硼 / (mg/kg) Available B
110~120	0~20	4.35	18.48	0.86	0.26	20.55	75.70	5.20	42.77	0.12
110~120	20~40	4.21	19.00	0.94	0.26	18.58	66.24	5.15	41.75	0.10
110~120	40~60	4.04	21.25	1.15	0.27	22.66	93.27	5.31	44.81	0.21
200~210	0~20	3.92	33.30	1.61	0.36	19.22	144.64	7.45	41.75	0.21
200~210	20~40	4.00	29.82	1.47	0.31	19.14	137.88	7.09	35.64	0.23
200~210	40~60	3.99	27.49	1.30	0.35	19.40	120.31	5.97	36.66	0.37
250~260	0~20	3.85	32.06	1.11	0.23	18.30	109.49	3.27	28.51	0.24
250~260	20~40	4.09	18.85	0.80	0.19	20.40	59.48	1.02	23.42	0.22
250~260	40~60	4.07	14.08	0.77	0.16	19.87	43.26	0.92	21.39	0.10
300~310	0~20	3.82	34.77	1.42	0.22	20.18	110.85	3.42	37.68	0.36
300~310	20~40	3.98	26.41	1.17	0.20	20.53	68.94	1.94	31.57	0.04
300~310	40~60	4.02	17.07	0.73	0.13	19.45	50.02	1.07	24.44	0.18
350~360	0~20	3.94	15.79	0.71	0.20	19.74	51.37	2.24	30.55	0.12
350~360	20~40	4.01	14.78	0.71	0.17	22.30	50.02	1.89	23.42	0.05
350~360	40~60	4.05	14.36	0.58	0.19	19.68	50.02	2.14	21.39	0.16
400~410	0~20	4.01	36.87	1.34	0.14	18.48	97.33	3.06	24.44	0.22
400~410	20~40	4.14	14.30	0.63	0.16	19.12	39.20	0.82	19.35	0.10
400~410	40~60	4.12	19.78	0.81	0.11	21.07	47.31	1.43	16.29	0.08

表 2 0.5 年生黑木相思海拔试验调查显著性差异分析 cm
Table 2 Analysis of significant differences in the 0.5-year old survey of *A. melanoxylon* altitude test

海拔 /m Altitude	处理编号 Number	树高 Height	地径 DBH	冠幅 1 Crown diameter1	冠幅 2 Crown diameter2
110~120	A1	133.7 ± 34.6d	1.6 ± 0.9d	45.2 ± 29.1e	52.6 ± 31.7e
200~210	A2	157.6 ± 54.9c	1.9 ± 0.8d	58.2 ± 25.2d	70.7 ± 28.2d
250~260	A3	175.8 ± 41.1c	2.9 ± 0.9c	76.3 ± 24.4d	89.0 ± 27.5d
300~310	A4	208.0 ± 41.1b	3.6 ± 0.8b	114.3 ± 25.2c	134.3 ± 26.3c
350~360	A5	252.1 ± 43.7a	4.7 ± 0.7a	178.9 ± 27.8a	208.2 ± 27.9a
400~410	A6	256.1 ± 40.9a	4.4 ± 0.7a	160.9 ± 26.0b	177.4 ± 28.5b

注：表中数据为平均值 ± 标准差，同一指标中的不同字母表示差异显著（ $p<0.05$ ）。冠幅“1”为迎山体坡面树的上下纵向测量数，冠幅“2”为左右横向测量数。
Note: The data in the table are the mean ± standard deviation, and different letters in the same index indicate significant differences ($p<0.05$). Canopy width “1” is the number of upper and lower longitudinal measurements of trees facing the slope of the mountain, and canopy width “2” is the number of left and right transverse measurements.

表 3 1 年生黑木相思海拔试验调查显著性差异分析 cm
Table3 Analysis of significant differences in the 1-year old survey of *A. melanoxylon* altitude test

海拔 /m Altitude	处理编号 Number	树高 Height	地径 DBH	冠幅 1 Crown diameter1	冠幅 2 Crown diameter2
110~120	A1	289.7 ± 70.6c	3.8 ± 1.0d	170.3 ± 37.9c	190.8 ± 38.9c
200~210	A2	291.8 ± 64.6c	3.9 ± 0.7cd	171.0 ± 25.7c	189.5 ± 26.7c
250~260	A3	294.0 ± 77.1c	4.3 ± 1.2c	178.0 ± 28.4c	203.2 ± 29.1c
300~310	A4	339.7 ± 43.3b	6.9 ± 1.4b	232.3 ± 25.7b	256.3 ± 26.5b
350~360	A5	364.78 ± 33.8b	7.7 ± 0.9a	321.5 ± 34.1a	354.2 ± 38.1a
400~410	A6	402.2 ± 41.8a	7.0 ± 0.9b	324.8 ± 43.8a	359.8 ± 36.7a

注：表中数据为平均值 ± 标准差，同一指标中的不同字母表示差异显著（ $p<0.05$ ）。冠幅“1”为迎山体坡面树的上下纵向测量数，冠幅“2”为左右横向测量数。
Note: The data in the table are the mean ± standard deviation, and different letters in the same index indicate significant differences ($p<0.05$). Canopy width “1” is the number of upper and lower longitudinal measurements of trees facing the slope of the mountain, and canopy width “2” is the number of left and right transverse measurements.

海拔 350~410 m 的早期树高和地径生长较好，种植在海拔 200~410 m 总体生长较好。0.5 年生黑木相思在海拔 350~360 m 的冠幅生长最大，而海拔 110~120 m 的冠幅生长最小；但海拔 400~410 m 的冠幅生长与海拔 350~360 m 接近，这说明 0.5 年生黑木相思在粤西地区海拔 350~410 m 的早期冠幅生长最大，总体在海拔 350~410 m 种植较为适宜。0.5 年生黑木相思总体冠幅不是圆形，存在大小边差异。

2.2 1 年生黑木相思的生长调查结果

表 3 可知，1 年生黑木相思植株的树高随海拔的增加而增加，A6 处理植株的树高显著高于其他处理，A4、A5 显著高于 A1、A2、A3 处理，A1、A2、A3 处理间差异不显著。植株的地径在 A1~A5 范围内随海拔的增加而增加，A5 处理地径显著高于其他处理，A4、A6 处理显著高于 A1、A2、A3 处理，A2 处理与 A1 和 A3 处理均差异不显著，A3 处理显著高于 A1 处理。植株的冠幅 1 在 A1~A6 范围内随海拔的增加而增加，冠幅 2 在 A2~A6 范围内随海拔的增加而增加，A5、A6 处理的冠幅显著高于其他处理，A4 处理显著高于 A1、A2、A3 处理，A1、A2、A3 处理间差异不显著。

1 年生黑木相思在海拔 400~410 m 的树高生长最大、在海拔 350~360 m 的地径生长最大，而海拔 110~120 m 的树高和地径生长最小；但在海拔 350~360 m 与海拔 400~410 m 的树高生长接近、在海拔 300~310 m 和 400~410 m 与海拔 350~360 m 的地径生长接近，这说明 1 年生的黑木相思在粤西地区海拔 350~410 m 早期的树高和地径生长较

好，总体在海拔 350~410 m 种植都较适宜。

1 年生黑木相思在海拔 400~410 m 的冠幅生长最大，而在海拔 110~210 m 的冠幅生长最小；但海拔 350~360 m 与 400~410 m 的冠幅生长接近，这说明 1 年生的黑木相思在粤西地区海拔 300~410 m 种植较为适宜。1 年生黑木相思总体冠幅不是圆形，存在大小边差异。

3 结论与讨论

综上所述，在粤西地区，根据 0.5 生黑木相思和 1 年生黑木相思的树高生长、胸径生长、冠幅生长数据，初步判断黑木相思适宜海拔为 350~410 m，反映出黑木相思在粤西地区低海拔的生长收到一定程度的抑制，说明低海拔的闷热小气候不适宜于黑木相思的生长。另外，根据冠幅的测定结果发现，黑木相思幼林期总体冠幅不是圆形，存在大小边差异，冠幅大的总体趋向东西走向或迎山体坡面树的左右横向的生长较大，呈南北走向或迎山体坡面树的上下纵向的生长较小。

本文研究结果的创新点有两个：一是得出粤西地区黑木相思种植海拔的初步研究结果；二是发现黑木相思幼林期总体冠幅不是圆形，存在大小边差异，冠幅大的总体趋向东西走向或迎山体坡面树的左右横向的生长较大，呈南北走向或迎山体坡面树的上下纵向的生长较小。与前人研究肥料营养成份、种植密度等影响其生长因子的研究外^[13-14]，对其种植的坡向、坡度、水热条件差异、增加适宜的海拔等方面还需深入研究分析。本文研究的不足之处为时间短、种植海拔梯度少，还

需继续分阶段分期深入研究分析。

参考文献

- [1] 陈碧海, 吴林芳, 何碧胜, 等. 海拔梯度对广东古兜山木本植物生物量及碳储量的影响[J]. 林业与环境科学, 2020, 36(5): 97-103.
- [2] 徐卫, 杨婷, 李泽华, 周平. 广东南岭植物群落物种多样性沿海拔梯度分布格局[J]. 林业与环境科学, 2022, 38(1): 9-17.
- [3] 吴清, 曾炳山, 陈考科, 等. 黑木相思无性系早期选择[J]. 广东林业科技, 2014, 30(6): 40-44.
- [4] 裴珍飞. 黑木相思不同无性系生根性能比较[J]. 西部林业科学, 2016, 45(5): 8-11.
- [5] 陆葛, 杨林清, 康汉华. 黑木相思株内木材基本材性变化与树龄关系的研究[J]. 广东林业科技, 2011, 27(4): 37-40.
- [6] 裴珍飞. 黑木相思优良无性系叶片数量性状与生长评价[J]. 热带亚热带植物学报, 2017, 25(5): 465-471.
- [7] 郑家, 裴珍飞, 丁晓纲, 等. 施磷量对黑木相思苗木生长的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32(19): 1-6.
- [8] 裴珍飞, 范春节, 曾炳山. 缺磷培养下黑木相思苗木的生理生化响应[J]. 西南林业大学学报(自然科学). 2020, 40(6): 27-33.
- [9] 赵文东, 李凯, 沈健, 等. 坡位和坡度对黑木相思人工林土壤养分空间分布的影响[J]. 东北林业大学学报. 2022, 50(9): 78-84; 104.
- [10] 汪国彬. 不同坡位8年生黑木相思地上生物量及分配[J]. 福建林业科技, 2015, 42(2): 108-111.
- [11] 周凡, 高鑫, 付宗营, 等. 黑木相思木材化学组分对其颜色株内变异的影响[J]. 中南林业科技大学学报. 2021, 41(6): 42-50.
- [12] 李安琪, 严春晓, 连勇机, 等. 黑木相思半同胞子代家系苗期性状的遗传分析[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2022, 42(6): 1-9.
- [13] 林国胜, 朱帅群, 包以秋, 等. 施肥对黑木相思幼林生长和形质性状的影响[J]. 林业与环境科学, 2021, 36(3): 44-47.
- [14] 何茜, 丁晓纲, 王冉, 等. 指数施肥下黑木相思根系特征值的动态变化[J]. 广东林业科技, 2011, 27(5): 1-6.
- [15] 裴珍飞, 曾炳山, 李湘阳, 等. 培养基调节对黑木相思增殖的影响[J]. 南方林业科学, 2016, 44(2): 12-14.
- [16] 裴珍飞, 曾炳山, 范春节. 黑木相思优良无性系(SR17)组培苗茎段再生体系建立[J]. 分子植物育种, 2018, 16(15): 5023-5028.
- [17] 鲍士旦. 土壤农化分析. [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [18] 高雅丽. 3种方法对不同土壤类型速效磷测定结果的影响[J]. 广东农业科学, 2011, 38(6): 162-164.